



Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Kendali Suhu dan Kelembaban Ruang Server

Sunanto*¹, Rahmad Firdaus², Makmur Setiawan Siregar³

Email: ¹sunanto@umri.ac.id, ²rahmatfirdaus@umri.ac.id, ³makmur@gmail.com

¹²³ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Riau

Diterima: | Direvisi: | Disetujui:
©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Server adalah suatu *computer* yang digunakan untuk melayani berbagai sistem untuk *computer client* seperti layanan *web server*, *mail server*, *proxy server* dan *database server*. Server hidup selama 24 jam untuk melayani aplikasi dari sistem permintaan *computer client*. Server biasanya diletakkan diruangan khusus tidak tergabung dengan ruangan kerja lain. Suhu pada ruangan server berada pada 21 – 23 °C atau sekitar 70 – 74 °F, dengan kelembaban bernilai 45 -65 % (*Relatif Humidity*), untuk mempertahankan suhu tersebut banyak operator ruang server memasang AC 2 Pk sebanyak 3 unit dengan kondisi set suhu pada 21 °C. Jika 3 unit AC diatur pada posisi 21 °C maka terjadilah penguapan dan kelembaban yang tinggi. Nilai kelembaban tersebut akan di konversi menjadi air pada suhu ruangan yang tidak stabil mengakibatkan terjadinya banyak genangan air pada *motherboard server* sehingga terjadi kerusakan pada perangkat server. Jika terjadi hal yang sebalik dilakukan tanpa memasang pendingin ruangan dengan kinerja server yang hidup selama 24 jam maka akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada komponen elektronika pada *motherboard server* tersebut. Server akan hidup normal pada suhu yang telah ditetapkan agar ruangan server terjaga pada kondisi suhu 21-23 °C dan kelembaban sebesar 45 - 65%. maka diperlukan kendali suhu ruangan yang dapat memantau kondisi ruangan server secara *real time* berbasis *embedded system* menggunakan logika fuzzy dengan inferensi system mamdani. Sistem akan bekerja dengan input suhu dan kelembaban sedangkan outputnya menggunakan nilai *rpm heater* dan *rpm coolant* pada satu mesin jika kelembaban meningkat heater system akan hidup sedangkan jika suhu tinggi maka *rpm coolant* akan hidup.

Kata kunci: Server, Suhu, Kelembaban, Motherboard Server, Fuzzy mamdani.

Abstract

A server is a computer used to serve various systems for computer clients such as web server services, mail servers, proxy servers and database servers. The server is on for 24 hours to serve applications from the computer client request system. The server is usually placed in a special room not joined by another workspace. The temperature in the server room is at 21 - 23°C or about 70 - 74°F, with humidity worth 45 - 65% (*Relative Humidity*), to maintain the temperature many server room operators install AC 2 PK as many as 3 units with the condition of the temperature set at 21°C. If 3 ac units are set at a position of 21°C then there is high inflorescent and humidity. The moisture value will be converted into water at an unstable room temperature causing the occurrence of many puddles on the server motherboard so that there is damage to the server device. If something happens that is done without installing air conditioning with server performance that is on for 24 hours it will cause damage to electronic components on the server motherboard. The server will live normally at a predetermined temperature so that the server room is maintained at a temperature of 21-23°C and humidity of 45 - 65%. Then it requires room temperature control that can monitor the condition of the server room in real time based on embedded system using fuzzy logic with mamdani system inference. The system will work with temperature and humidity input while the output uses rpm heater and coolant rpm values on one engine if humidity increases the heater system will live while if the temperature is high then rpm coolant will live.

Keywords: server, temperature, humidity, motherboard server, fuzzy mamdani

1. PENDAHULUAN

Server adalah sebuah komputer yang digunakan sebagai pusat data didalam sebuah jaringan, didalam server sendiri menyediakan service atau layanan yang dapat digunakan oleh komputer client yang terhubung pada jaringan yang sama dengan server. Layananan server seperti web server, mail server, proxy server dan database server. Web server adalah suatu sistem yang berada di request form www.xxx.com menurut [1]. Spesifikasi hardware server sangatlah berbeda dengan komputer biasa, server memiliki spesifikasi yang lebih tinggi serta menggunakan sistem operasi khusus yang digunakan untuk menjalankan service layanan yang dibutuhkan oleh komputer client. Untuk pengelolaan serta pemeliharaan komputer server dengan komputer client sangatlah berbeda, server mempunyai kebutuhan khusus diantaranya ruangan khusus dengan suhu dan kelembaban yang berbeda dengan ruangan biasa. Pada ruangan server kriteria suhu terlalu rendah dapat mengakibatkan meningkatkan kualitas kelembabab, sedangkan kriteria suhu terlalu tinggi dapat merusak komponen pada ruangan server, salah satunya hardisk. Menurut [2] standar pemakaian suhu pada ruangan server di Indonesia adalah 21 - 23 °C (70 - 74°F), Sedangkan untuk kelembaban pada ruangan server ialah 45 - 60 % RH (Relative Humidity), Suhu yang terlalu rendah menyebabkan performa melambat atau berhenti, sedangkan suhu yang terlalu tinggi membuat perangkat server menjadi panas sehingga menyebabkan boros daya. Kelembaban yang terlalu rendah menyebabkan listrik statis yang berlebihan. Sedangkan kelembaban yang terlalu tinggi menyebabkan korosi sehingga berpotensi korsleting pada listrik. Suhu dan kelembaban dapat diukur menggunakan sensor berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [3] yang memberikan kesimpulan bahwa DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11 dengan relatif pengukuran suhu 4% (< 4,5%) dan kelembaban 18% (<19,75%).

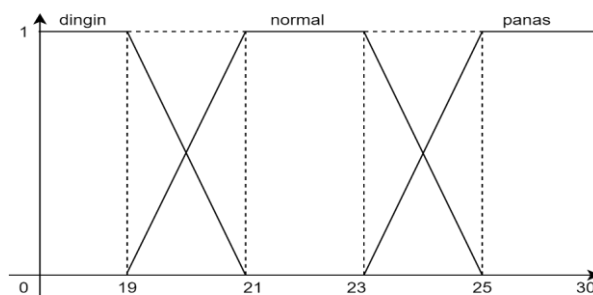
Suhu ruangan server ditetapkan sebagai tujuan penelitian ini yaitu 21 - 23 °C (70 - 74°F) sedang kelembab yang tetapkan adalah 45 - 60% RH (Relative Humidity), artinya jika suhu dibawah 21°C maka diperlukan pemanas ruangan atau heater sedangkan jika suhu diatas 23°C maka mesin pendingin harus dihidupkan. Kondisi ini bisa dikendalikan menggunakan kendali sensitifitas menggunakan logika fuzzy dengan inferensi system mamdani menurut penelitian yang dilakukan oleh [4]. Pengaturan suhu dan kelembab dapat dilakukan dengan memasang sensor suhu dan kelembaban pada ruang server seperti yang dilakukan penelitian oleh [5]. Untuk membangun suatu embedded system berbasis logika fuzzy mamdani diperlukan variabel input yaitu suhu dan kelembaban sedangkan outputnya adalah putaran kecepatan putaran motor kendali kecepatan motor dapat dilakukan dengan mengatur nilai PWM seperti penelitian yang dilakukan oleh [6] Teknologi sistem kontrol salah satu cara yang dilakukan adalah dengan menggunakan Inverter satu fasa dan frekuensi 50 Hz untuk digunakan mengatur kecepatan motor induksi tiga fasa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian logika fuzzy menggunakan fuzzy mamdani atau derajat keabu-abuan dapat menetapkan nilai crisp atau tegas dari model perhitungannya seperti penelitian yang dilakukan oleh [7] memberikan kesimpulan bahwa penelitian yang telah dihitung, diperoleh bahwa metode fuzzy Mamdani mempunyai tingkat error yang lebih kecil sebesar 19,76% dibandingkan dengan metode Tsukamoto sebesar 39,03% dan Sugeno sebesar 86,41%. Penggunaan Fuzzy mamdani diharapkan tingkat error yang lebih kecil. Fuzzy mamdani melakukan perhitungan max dan min menggunakan 2 variabel input suhu dan kelembabab sedangkan variabel outputnya kecepatan putaran motor berbasis PWM. Meliputi penetapan fuzzyfikasi dan fungsi keanggotaan penetapan formula, penetapan inferensi dan perhitungan nilai akhir yaitu inferensi menurut penenelitian yang dilakukan oleh [8].

2.1. variable input suhu

himpunan fuzzyfikasi untuk variabel suhu adalah dingin , normal dan panas dimana suhu dingin memiliki rentang 0 – 21°C, suhu normal yaitu 19 – 25 °C dan suhu panas adalah 25. – 30 °C. Derajat keanggotaan himpunan fuzzy untuk suhu disajikan pada gambar 1



Gambar 1Keanggotaan Variable Suhu

Derajat Keanggotaan pada gambar 1 menggunakan formula (1).

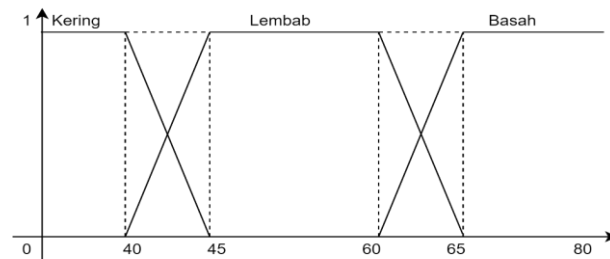
$$\mu_{Dingin}(x) = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq x \leq 19 \\ (27 - x) / (27 - 19) & ; 19 < x < 27 \\ 0 & ; x \geq 27 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} (x - 21)/(27 - 21) & ; 21 < x < 27 \\ 1 & ; x = 27 \\ (32 - x)/(32 - 27) & ; 27 < x < 32 \\ 0 & ; x \leq 21 \text{ atau } \geq 32 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Panas}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 27 \\ (x - 27)/(32 - 27) & ; x 27 < x 32 \\ 1 & ; x \geq 32 \end{cases}$$

2.2. variable input kelembaban

himpunan fuzzyfikasi untuk himpunan kelembaban adalah kering, lembab dan basah dengan rentang nilai RH (Relative Humidity) adalah sebagai berikut kering berkisar antara 0 – 45%, lembab bernilai 45 – 65% sedangkan basah bernilai 60 – 80%. Derajat keanggotaan untuk himpunan kelembaban disajikan pada gambar 2



Gambar 2 Keanggotaan Kelembaban

Derajat kenggotaan untuk himpunan kelembaban menggunakan formula (2)

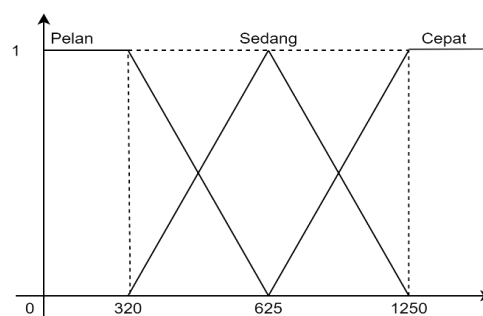
$$\mu_{Kering}(y) = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq y \leq 45 \\ (61 - y)/(61 - 45) & ; 45 < y < 61 \\ 0 & ; y \geq 61 \end{cases}$$

$$\mu_{Lembab}(y) = \begin{cases} (y - 45)/(61 - 45) & ; 45 < y < 61 \\ 1 & ; y = 61 \\ (100 - y)/(100 - 61) & ; 61 < y < 100 \\ 0 & ; y \leq 61 \text{ atau } \geq 100 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Basah}(y) = \begin{cases} 1 & ; y \leq 61 \\ (y - 61)/(100 - 61) & ; 61 < y \leq 100 \\ 0 & ; y \leq 100 \end{cases}$$

2.3. variable output kecepatan putaran motor

himpunan fuzzyfikasi untuk variable output kecepatan putaran motor adalah pelan, sedang dan cepat dengan nilai pelan 0 – 625 rpm, sedang 320 – 1250 rpm dan cepat pada rpm 625 – 1250. Derajat keanggotaan untuk variable output kecepatan putaran motor disajikan pada gambar 3.



Gambar 3 Keanggotaan kecepatan putaran motor

Derajat keanggotaan variable output menggunakan formula (3)

$$\mu_{Pelan}(z) = \begin{cases} 1 & ; z \leq 320 \\ \frac{625 - z}{625 - 320} & ; 320 \leq z \leq 625 \\ 0 & ; x \geq 625 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(z) = \begin{cases} \frac{z - 320}{625 - 320} & ; 320 \leq z \leq 625 \\ 1 & ; 625 \\ \frac{1250 - z}{1250 - 625} & ; 625 \leq z \leq 1250 \\ 0 & ; z \leq 625 \text{ atau } \geq 1250 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{Panas}(z) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 625 \\ \frac{x - 625}{1250 - 625} & ; 625 \leq z \leq 1250 \\ 1 & ; x \geq 1250 \end{cases}$$

2.4. Penentuan Rules atau inferensi dari variable input dan output pada system kendali ruangan server berbasis logika fuzzy mamdani dengan menggunakan enam variable input dan tiga variable output, maka dihasilkan rules sebanyak 9 yaitu:

[R1] IF	SUHU	DINGIN	AND	KELEMBABAN	KERING	LAMBAT
[R2] IF	SUHU	DINGIN	AND	KELEMBABAN	SEDANG	SEDANG
[R3] IF	SUHU	DINGIN	AND	KELEMBABAN	BASAH	LAMBAT
[R4] IF	SUHU	NORMAL	AND	KELEMBABAN	KERING	LAMBAT
[R5] IF	SUHU	NORMAL	AND	KELEMBABAN	SEDANG	SEDANG
[R6] IF	SUHU	NORMAL	AND	KELEMBABAN	BASAH	LAMBAT
[R7] IF	SUHU	PANAS	AND	KELEMBABAN	KERING	CEPAT
[R8] IF	SUHU	PANAS	AND	KELEMBABAN	SEDANG	CEPAT
[R9] IF	SUHU	PANAS	AND	KELEMBABAN	BASAH	CEPAT

2.5. Menghitung nilai Defuzzyfikasi

Pada tahapan defuzzifikasi metode yang digunakan adalah *centroid* atau *Mean Max Membership* (MOM). Dimana metode *centroid* nilai momentum berdasarkan ruang bidang yang ada dan juga mencari luas area, sedangkan metode *Mean Max Membership* (MOM) nilai *crisp* diperoleh dengan mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. Penetapan pengambilan data menurut [9] penegasan (defuzzy) menggunakan metode MOM (*Mean of Maximun*).

2.6. Pengujian Data

Pelaporan pengujian data menggunakan internet of thing seperti penelitiann yang dilakukan oleh [10] memberikan kesimpulan bahwa IOT adalah teknologi yang dapat memantau dan juga mengendalikan kondisi lingkungan di dalam kumbang secara otomatis dari jarak jauh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian nilai pada nilai suhu Dengan contoh kasus diketahui suhu 24°C dan kelembaban 62%, berapakah nilai RPM dari kondisi tersebut :

3.1. Nilai derajat keanggotaan fuzzy dengan nilai 24°C untuk nilai suhu pada formula 4 didapat bahwa nilai μ_{dingin} 0 , nilai μ_{normal} 0.5 dan nilai μ_{Panas} 0.5.

$$\begin{aligned} \mu_{Dingin}(24) &= \{0 ; X \geq 21\} \\ \mu_{Normal}(24) &= \frac{25 - 24}{25 - 23} = 0,5 \quad (4) \\ \mu_{Panas}(24) &= \frac{24 - 23}{25 - 23} = 0,5 \end{aligned}$$

3.2. Nilai derajat keanggotaan fuzzy dengan nilai kelembabab 65% pada formula 5 dengan nilai μ_{Kering} 0 , μ_{Lembab} 0.6 dan μ_{Basah} 0.4.

$$\mu_{Kering}(62) = \{0 ; 62 \geq 45\}$$

$$\mu_{Lembab}(62) = \frac{65 - 62}{65 - 60} = 0,6 \quad (5)$$

$$\mu_{Basah}(62) = \frac{62 - 60}{65 - 60} = 0,4$$

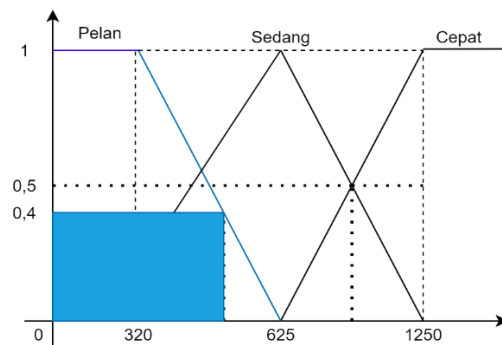
3.3. Variabel Output Kecepatan Pulse With Modulation (RPM) terdiri dari tiga himpunan yaitu pelan, sedang, dan cepat. Terdapat domain dari masing-masing himpunan dengan nilai domain pelan 0 – 625, sedang 321-1249 dan sangat cepat 626 -1250.

3.4. Nilai inferensi dan predikat dari 9 rules

[R1] α 0	[R4] α 0	[R7] α 0
[R2] α 0	[R5] α 0.5	[R8] α 0.5
[R3] α 0.4	[R6] α 0.4	[R9] α 0.5

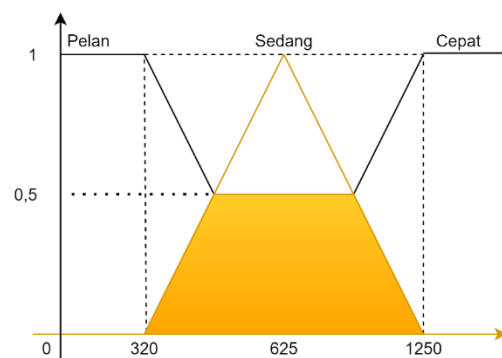
3.5. Perhitungan komposisi antar rules menggunakan komposisi aturan dengan fungsi MAX. Grafik linguistiknya dikelompokkan dengan nilai yang sama.

- a. Derajat kebenaran dari RPM Pelan = α 3, α 6
 = $\max(0.4, 0.4)$
 = 0.4



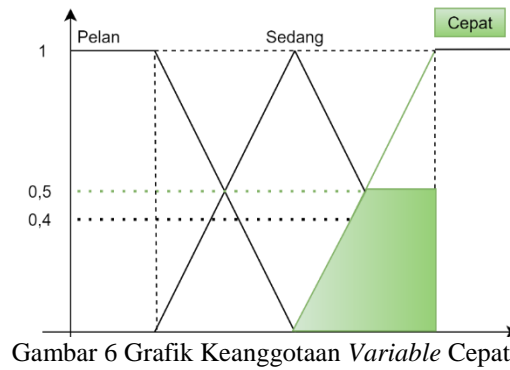
Gambar 4 Grafik Keanggotaan Variable Pelan

- b. Derajat kebenaran RPM Sedang = $\max(\alpha 5)$
 = $\max(0,5)$
 = 0.5

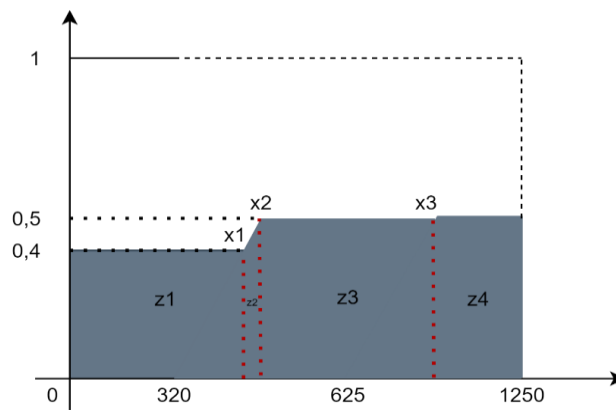


Gambar 5 Grafik Keanggotaan Variable sedang

- c. Derajat kebenaran RPM Cepat = $\max(\alpha 8, \alpha 9)$
 = $\max(0,5)$
 = 0.5



- d. Output hasil Setelah derajat kebenaran dari himpunan *output* diketahui, maka diperoleh gambar gabungan himpunan *output*. Gambar terbagi menjadi 4 bidang yaitu Z1, Z2, Z3 dan Z4.



Gambar 7 Daerah Hasil Inferensi Variabel *Output* Kecepatan (RPM)

Penetapan nilai x_1 , x_2 dan x_3

Nilai x_1

$$\frac{x_1 - 320}{625 - 320} = 0,4$$

$$x_1 = (0,4 * 305) + 320$$

$$= 442$$

Nilai x_2

$$\frac{x_2 - 320}{625 - 320} = 0,5$$

$$x_2 = (0,5 * 305) + 320$$

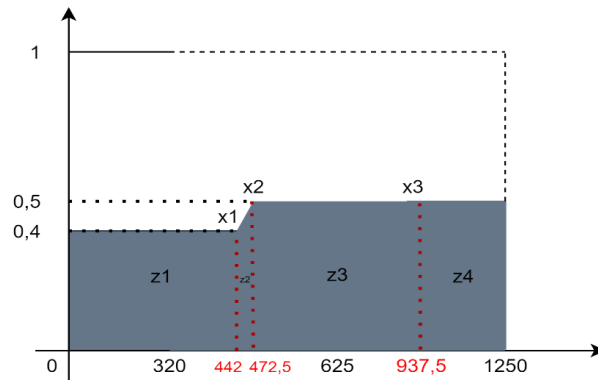
$$= 472,5$$

Nilai x_3

$$\frac{x_3 - 625}{1250 - 625} = 0,5$$

$$x_3 = (0,5 * 625) + 625$$

$$= 937,5$$



Gambar 7 Daerah Baru Himpunan Kecepatan (RPM)

Berikut merupakan himpunan fuzzy yang baru berdasarkan hasil kurfa penggabungan nilai x1, x2 dan x3.

$$\mu[z] = \left\{ \begin{array}{l} 0,4 ; 0 \leq z \leq 442 \\ \frac{z-442}{472,5-442} ; 442 < z < 472,5 \\ 0,5 ; z \geq 472,5 \end{array} \right\} \quad (6)$$

3.6. Defuzzifikasi menggunakan metode *Center of Area* atau *Centroid* dengan rumus:

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)z dz}{\int \mu(z) dz} = \frac{Momen}{Luas Area} = \frac{M1+M2+M3+M4}{A1+A2+A3+A4} \quad (7)$$

- a. Nilai M1 = 39072,8 M3 = 163912,5
 M2 = 6230,597 M4 = 170898,438

- b. Menghitung Luas area
 A1 = (442 – 0,4) = 176,8
 A2 = 0,5 (x1 + x2) x (472,5 – 442)
 = 0,5 (0,4 + 0,5) x (30,5)
 = 0,5 x 0,9 x 30,5
 = 13,725
 A3 = (937,5 - 472,5) x 0,5
 = (465 x 0,5)
 = 232,5
 A4 = (1250 – 937,5) x 0,5
 = 312,5 x 0,5
 = 156,25

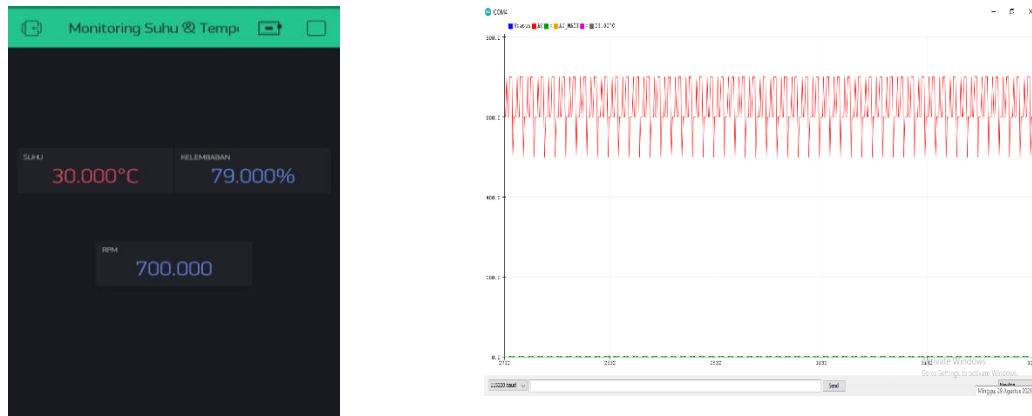
- c. Nilai Fuzzyfikasi

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)z dz}{\int \mu(z) dz} = \frac{M1+M2+M3+M4}{A1+A2+A3+A4} = \frac{39072,8+6230,597+163912,5+170898,438}{176,8+13,72+232,5+156,25}$$

$$= \frac{380114,335}{579,27} = 656,195$$

3.7. Nilai kecepatan putaran dalam RPM dari suhu 24°C dan kelembaban 65% adalah 656,95rpm

3.8. Pengujian berbasis aplikasi menggunakan blynk dan grafik pengiriman data dari perangkat



Gambar 8 Pengujian Aplikasi berbasis IOT Blynk

Dari pengujian berbasis software yang ditanamkan ke sistem ESP8266 berbasis nodeMCU maka didapat hasil bahwa nilai pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Pengujian Perubahan Suhu dan Kelembaban

no	input Suhu		input kelembaban		Rule (keangotaan min)									Rule (keangotaan max)			output	
	kondisi	nilai	kondisi	nilai	R1 (α-p1)	R2 (α-p2)	R3(α-p3)	R4(α-p4)	R5 (α-p5)	R6 (α-p6)	R7 (α-p7)	R8 (α-p8)	R9 (α-p9)	max pelan	max sedang	max cepat	nilai	kondisi
1	normal	24	lembab	62	0	0	0	0	0,5	0,4	0	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	630,798	sedang
2	normal	22	kering	40	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	425,772	pelan
3	panas	25	basah	70	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1140,01	cepat
4	panas	26	basah	75	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1140,01	cepat
5	normal	22	basah	75	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	310,1	pelan
6	normal	21	sedang	55	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	523,65	sedang
7	dingin	18	basah	66	0,2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	325,56	pelan
8	dingin	19	sedang	60	0,4	0,4	0	0,5	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0	478,45	sedang
9	dingin	20	kering	40	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	471,5	pelan
10	panas	24,5	sedang	55	0	0	0	0	0,3	0	0	0,6	0	0	0	0	655,91	cepat

4. KESIMPULAN

Perhitungan menggunakan fuzzy dengan inferensi Mamdani mendapatkan nilai yang berbanding lurus dengan Rules yang telah ditetapkan dimana jika nilai diarahkan dengan kecepatan pelan maka hasil yang diperoleh dari nilai angka juga mendekati nilai pelan, sedang dan cepat

Ucapan Terimakasih

Iringan kata terima kasih di sampaikan kepada kepala bagian Operator Ruang Server BPKAD Kota Pekanbaru. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Riau dan Rekan sejawat sesama team pengajar Fasilkom Universitas Muhammadiyah Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Nurmiati, "Analisis dan Perancangan Web Server Pada Handphone," *Stud. Inform. J. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–17, 2012, [Online]. Available: <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=2481&val=329&title=ANALISIS DAN PERANCANGAN WEB SERVER PADA HANDPHONE>.
- [2] F. H. Purwanto, E. Utami, and E. Pramono, "Implementation and Optimization of Server Room Temperature and Humidity Control System using Fuzzy Logic Based on Microcontroller," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1140, no. 1, pp. 1–13, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1140/1/012050.
- [3] A. H. Saptadi, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino," *J. Inform. dan Elektron.*, vol. 6, no. 2, 2015, doi: 10.20895/infotel.v6i2.73.
- [4] B. Y. Prawira et al., "Efisiensi Pencahayaan Ruang Perkuliahan dengan Logika Fuzzy," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 33–44, 2018, doi: 10.35793/jtek.7.1.2018.19183.
- [5] G. Gunawan and T. Fatimah, "Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 101–110, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i1.2165.
- [6] N. Evalina and A. A. Zulfikar, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–80, 2018.
- [7] M. Irfan, L. P. Ayuningtias, and J. Jumadi, "Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung)," *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, 2018, doi: 10.15408/jti.v10i1.6810.
- [8] A. Sukoco and R. Yuli Endra, "Penerapan Fuzzy Inference System Metode Mamdani Untuk Pemilihan Jurusan," *J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, pp. 89–99, 2016.
- [9] I. Raga Djara, T. Widiastuti, and D. M. Sihotang, "Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani Dalam Optimasi Permintaan Obat," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 157–161, 2019, doi: 10.35508/jicon.v7i2.1645.
- [10] H. Fitriawan, K. A. D. Cahyo, S. Purwiyanti, and S. Alam, "Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT," *J. Tek. Pertanian. Lampung (Journal Agric. Eng.*, vol. 9, no. 1, p. 28, 2020, doi: 10.23960/jtep-1.v9i1.28-37.